

ся режим образования и разрушения ледовых явлений, появления и окончания ледостава, что повлекло увеличение периода свободного ото льда и сокращение ледоставного периода.

Увеличение температуры воздуха способствовало изменению режима формирования толщины льда (уменьшению максимальной толщины льда).

В связи с увеличением температуры воздуха в период 1988–2002 гг., увеличением периода свободного ото льда, температуры поверхностного слоя воды на акватории увеличилось испарение с водной поверхности.

Изменение температуры воздуха, повлекшее увеличение температуры воды в поверхностном слое, изменение дат перехода температуры воды через 0,2, 4, 10 °С и как следствие увеличение периода свободного ото льда привели к изменению длительности вегетационного периода в водоемах, что привело к изменению величины биомассы и сдвигу сроков наступления пиков биомассы, изменению видового состава ихтиофауны [2].

#### Литература

1. Гольберг М. А., Волобуева Г. В., Комаровская Е. В. Изменение основных климатических характеристик Беларуси в XX веке // Докл. Национальной академии наук Беларуси. Т. 47. 2003. № 1. С.119–123.
2. Иконников В. Ф., Кузей М. Л., Гурина Ю. Н. Влияние температурного режима на функционирование мониторинговых водоемов // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии: Тез. докл. Междунар. конф. Мн., 2003. С. 398.
3. Логинов В. Ф., Некрасова Л. А., Данилович И. С. Поверхностные воды Беларуси // Экологический бюллетень. Мн., 2003. С. 21–25.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЧЕРТЕ г. МИНСКА

**Е. А. Козлов**

Крупные города и промышленные центры являются источниками загрязнения поверхностных вод. Отмечается значительное загрязнение промышленными стоками по течению рек Беларуси: Западной Двине (ниже Витебска, Полоцка), Немане (ниже Гродно), Днепре (ниже Орши, Могилева, Гомеля), Свислочи (ниже Минска) и др. Значительна часть загрязняющих веществ поступает также с ливневым стоком с территории городов [5]. В этой связи, снежный покров города является индикатором состояния городской среды и формирующегося поверхностного стока.

Характеристика станций отбора проб снега в черте г. Минска

Номер станции	Местоположение	Место отбора	Потенциальные источники загрязнения	Примечание
1	ул. О. Кошевого	Проходная	МТЗ	
2	ТЭЦ-4	В черте МКАД	ТЭЦ-4, МКАД	
3	ул. Тимирязева	Проходная	Радиаторный завод, железная и автомобильная дороги	
4	Университетский городок (БГУ)	Внутренний дворик БГУ	Железная и автомобильная дороги	
5	ул. Курчатова (филиал БГУ)	Остановка «Роцца»	Железная дорога	Фон
6	ул. Чижевских	Микрорайон «Чижовка»	Автомобильная дорога	
7	Центральный вокзал	Минск-Пассажирский	Железная и автомобильная дороги	
8	ул. Калиновского	Микрорайон «Зеленый Луг»	Автомобильная дорога	Фон
9	МКАД	Обочина дороги	Автомобильная дорога	

В рамках факультативного практического курса «Гидрохимия» специализации «Гидрология суши» группой студентов были проведены гидрохимические исследования снежного покрова в черте города Минска. Для анализов было выбрано девять точек в разных частях города (табл.). При этом учитывалось наличие объектов промышленного назначения как потенциальных источников загрязнения окружающей среды.

Таким образом, была достигнута достаточная плотность и равномерность размещения пунктов отбора по территории города. Предполагалось, что фоновыми являются Зеленый Луг и Роцца, поскольку вблизи их отсутствуют крупные промышленные предприятия и имеются обширные зеленые зоны. Была использована общая методика отбора и химического анализа [2, 3]. Станции выбирались на открытом пространстве, как правило, вдалеке от дорог. Исключение составляли станции вблизи МКАД, где возможно влияние применения соли при очистке дорог от снега. При визуальной чистоте покрова выбирались участки, на которых закладывалась квадратная площадка 20 на 20 см. Снег массой, эквивалентной 1 литру воды, отбирался на всю глубину снежного покрова. При применении стандартных методов определения ионов и биогенных элементов были получены следующие результаты [3].

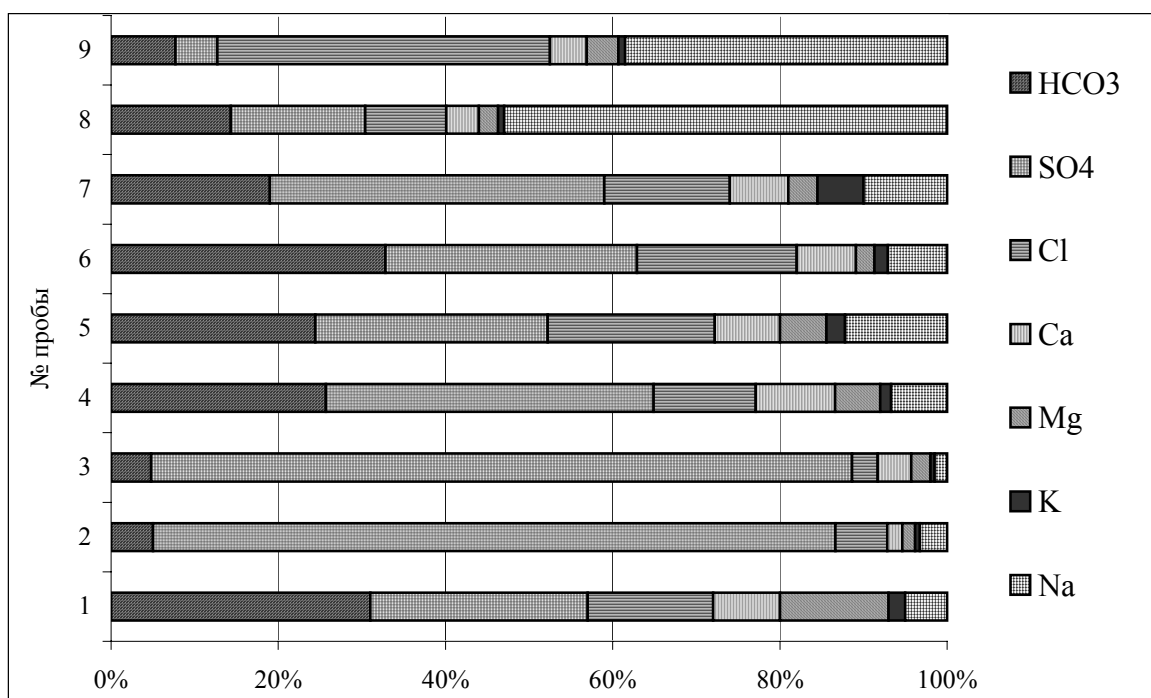


Рис. 1. Ионный состав снега в г. Минск (% экв.)

В пробах зафиксированы значительные суммы ионов в диапазоне от 0,7 до 5,2 мг/л. Как показали результаты их химического анализа, подтвердилось предположение о значительной степени загрязненности воздушного бассейна в районе радиаторного завода, ТЭЦ-4, МКАД и центрального вокзала. В районе ТЭЦ-4 и радиаторного завода возможно выпадение кислотных (сульфатных) осадков, что подтверждает также и низкое значение водородного показателя: от 5 до 7,1. Кроме того, отмечается повышенное содержание в снеге ионов натрия, калия и хлоридов. Особенно значимы эти показатели в районах МКАД, «Роши» и Зеленого Луга. Превышены и показания содержания магния около территории тракторного завода. В целом ни одна из исследованных проб не может быть отнесена к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, характерному для территории республики (рис. 1) и зоны с достаточным увлажнением.

Состав и сумма ионов в осадках в районе радиаторного завода и МКАД свидетельствует о существовании локальных источников загрязнения, но если завод – это точечный источник, то дорога является линейным источником загрязнения. Аналогичные показатели следует ожидать для большинства дорог города [4].

Преобладание во всех пробах анионов над катионами определяется спецификой формирования воздушных масс лесной зоны. Поскольку среда осадков в большинстве проб слабокислая, и лишь в Зеленом Луге – нейтральная, то локальные загрязнения, накладываясь на трансграничный перенос, будут способствовать выпадению слабокислых осадков [4, 5].

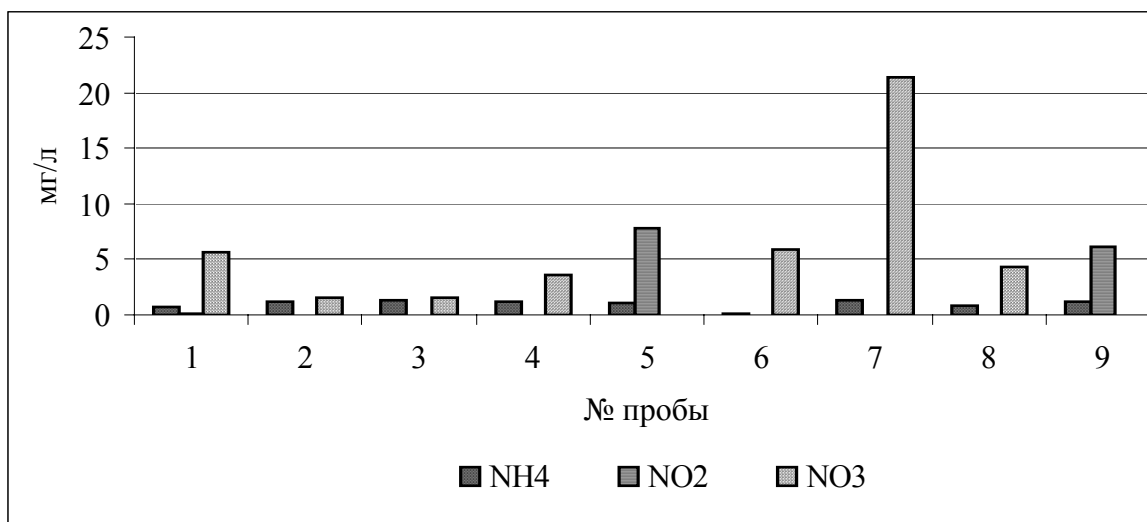


Рис. 2. Содержание производных азота в снеге

Отмечено аномально высокое значение нитратов в сочетании с пониженной кислотностью в районе центрального вокзала. Зимой, при повышенной влажности и отсутствии сильного ветра, это может быть связано с использованием угля для отопления вагонов [1]. Повышенное содержание нитритов в снеге проб из «Роши» и МКАД являются следствием относительной близости точек отбора к наиболее напряженному Брестскому направлению Белорусской железной дороги (рис. 2). Соотношение минерального и органического фосфора на всей территории города в пределах нормы [5], как и общее его содержание. Вызывает вопрос наличие локального источника загрязнения в Зеленом Луге, так как здесь содержание фосфора превышает фоновое для города в 3–6 раз (рис. 3).

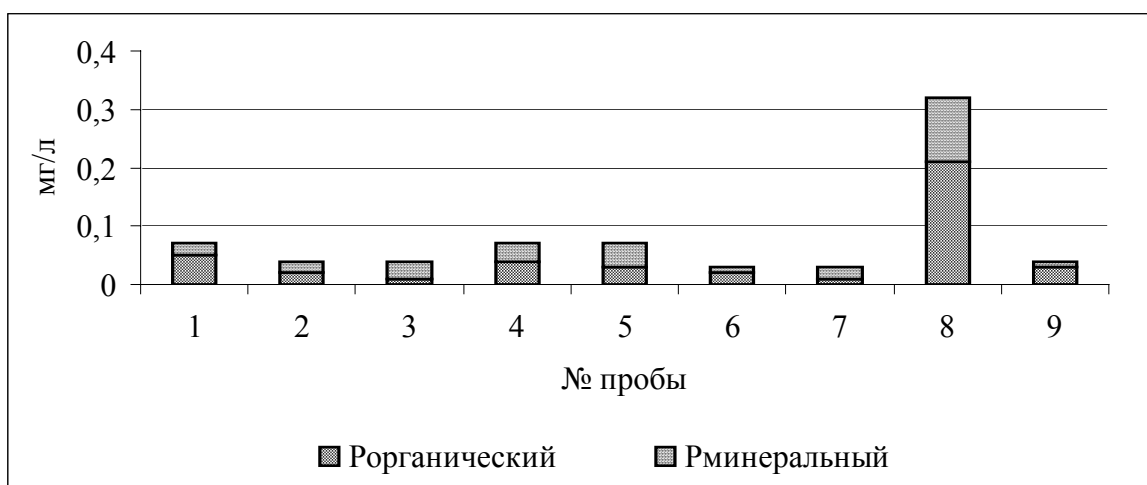


Рис. 3. Содержание фосфора в снеге

В итоге следует отметить, что в ионном составе по абсолютным показателям между относительно чистыми и районами, имеющими локальное

загрязнение, не столь значительны [1]. Но по относительным значениям выделяются «Роща» и район ТЭЦ-4 с интенсивным загрязнением сульфатами (доля в ионном составе 80 %) и территория прилегающая к МКАД с загрязнением хлоридами и натрием (82 %), а также центральный вокзал с соединениями азота [1].

### Литература

1. *Посохов Е. В.* Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. С. 135.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 545.
3. Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению деятельности лаборатории экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Часть 1. Мн.: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, БелНИЦ «Экология». С. 250.
4. Состояние окружающей среды и природопользование в городе Минске // Под ред. А. Н. Боровикова, В. М. Бурака, А. П. Гриценко и др. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2000. С. 200.
5. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2001г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн.: РУП «Минсктиппроект», 2002. С. 232.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ИОННОГО СТОКА РЕК БАСЕЙНА НЕМАНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**Е. Г. Кольмакова**

Сток растворенных веществ рек представляет собой интегральную характеристику процессов формирования химического состава поверхностных вод. В естественных условиях химический сток отражает интенсивность природных физико-химических и биологических процессов взаимодействия вод с корой выветривания и биосферой в целом; в условиях техногенного давления на фоновые значения накладывается влияние факторов антропогенной нагрузки в речном бассейне.

Изучение трансформации выноса химических веществ с речным стоком включает определение моментов нарушения стока растворенных веществ и оценку его антропогенной составляющей.

В качестве объектов исследования избраны располагающие достаточной гидрохимической и гидрологической информацией водотоки, химический состав вод которых отражает ландшафтно-геохимические особенности занимаемых ими водосборов, – рр. Березина, Котра, Свислочь, Неман, Сервечь, Нарочь, Ошмянка, Виляя. Длина ряда наблюдений от 38